Schlagworte

Lokalelement, Korrosion, Passivierung, Opferanode, Heatermeal, Magnesium, Eisen, Wasserstoff, ChemZ, Lernaufgabe

Didaktisch-methodische Hinweise

Alle „Heater Meals“ enthalten neben dem vakuumverpackten Essen einen separaten Erhitzerbeutel, in dem in einigen Beuteltypen eine Magnesium-Eisen-Legierung vorgelegt ist. Bei Zugabe des ebenso mitgelieferten Salzwassers bildet sich ein Lokalelement und Magnesium reagiert in einer stark exothermen Reaktion unter Bildung von Magnesiumhydroxid und Wasserstoff ab. Die freiwerdende Reaktionswärme wird zum Erwärmen des Essens genutzt.

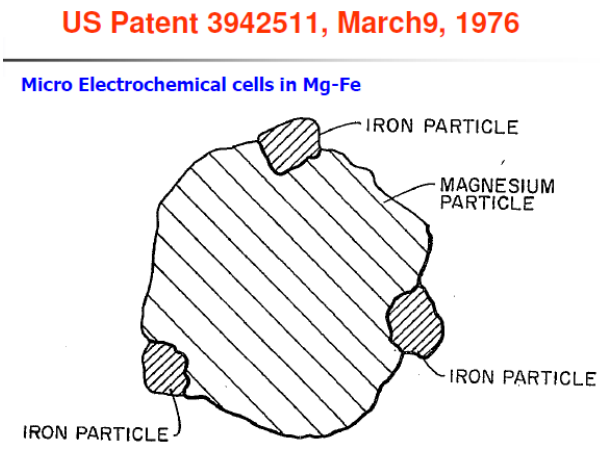


Abb. 1. Lokalelement, verändert nach: Dr. A.K. Shah, Low Cost , High Capacity, FieldRation Heater (FRH), www.on-line-foods.com/tech_paper/akshah.pdf, p.4.

Die genaue Untersuchung eben dieser Reaktion im Rahmen einer Unterrichtssequenz mit dem inhaltlichen Schwerpunkt Korrosion im Inhaltsfeld Elektrochemie kann entweder der Festigung der Begriffe Lokalelement, Passivierung und Opferanode dienen oder auch zu deren Einführung. Dabei verknüpfen die Schülerinnen und Schüler zuvor angeeignetes Wissen über die Redoxreihe der Metalle und wenden es in neuen Zusammenhängen an. Somit sind auch in diesem Fall die Aufgaben auf den handelnden Umgang mit Wissen hin ausgerichtet.

Möglicher Ablauf

1

Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln:

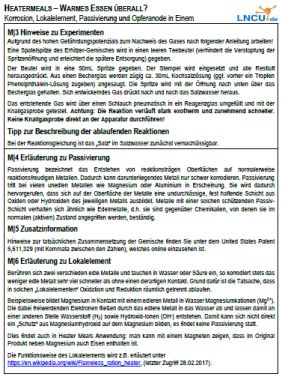
Die Realanschauung des Heater Meals und M|1 regen zu Fragestellungen an. Die Demonstration zeigt zu Beginn, dass es sich um eine run-away-Reaktion handelt und mahnt zugleich das vorsichtige Experimentieren mit kleinen Mengen an.

2

Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen:

Bei der Untersuchung kommt es auf die Reihenfolge an. Zunächst lässt sich im Schülerexperiment unter Verwendung von **M|1** und **M|2** zeigen, dass bei der Reaktion des Inhaltstoffes aus den Wärmebeuteln mit Salzwasser eine Lauge sowie Wasserstoff entstehen. Dies führt zu einer einfachen Reaktionsgleichung für die ablaufende Reaktion.


HEATERMEALS – WARMES ESSEN ÜBERALL?
Korrosion, Lokalelement, Passivierung und Opferanode in Einem
M|1 Hintergrund
M|2 Produktbeschreibung


HEATERMEALS – WARMES ESSEN ÜBERALL?
Korrosion, Lokalelement, Passivierung und Opferanode in Einem
M|3 Hinweise zu Experimenten
M|4 Erläuterung zu Passivierung
M|5 Zusatzinformation
M|6 Erläuterung zu Lokalelement

Der Nachbau nur mit Magnesium alleine funktioniert aber nicht (-> Passivierung), was zur Auseinandersetzung mit dem Begriff des Lokalelementes führt. Dabei gilt es **M|3** auszuwerten und sich neu ergebende Fragen zu stellen. **M|4 – M|6** (Korrosion, Passivierung, Lokalelement) sind dann verknüpfend zu nutzen.

3 *Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln und sichern*



Die zentrale Aufgabenstellung lautet, ein Manuskript zur Sendung erstellen. In einer fiktiven Redaktionssitzung kann dies verbal oder skizzenhaft im Plenum erläutert und in einem Rollenspiel bewertet werden. Es hat aber auch schon Gruppen gegeben, die direkt zur Videografie übergegangen sind.
So entstanden u. a. ganze Skripte und auch Trickfilme (mit stop-motion Technik s. links) für die Darstellung auf Teilchenebene.

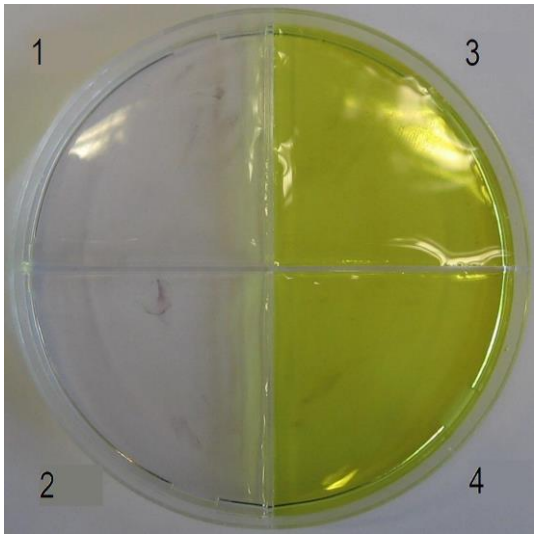
4 *Mögliche Anknüpfungen oder Vernetzungen, die sich im Folgenden anschließen können:*

Zunächst werden die Fachbegriffe dekontextualisiert: Passivierung, Lokalelement, Opferanode. Hierzu können in einfachen Petrischalenversuch noch einmal alle Phänomene visualisiert und verbalisiert werden.

Geräte und Chemikalien: viergeteilte Petrischale, Spatel, Substanz aus dem Erhitzerbeutel eines Heaterpacks, gesättigte NaCl-Lösung, Phenolphthalein-Lösung (<1%), $K_3[Fe(CN)_6]$

Durchführung: In eine viergeteilte Petrischale wird in alle vier Kammern eine gesättigte Kochsalzlösung gegeben,

- die in Kammer Nr. 1 und Nr. 2 zusätzlich mit einem Tropfen Phenolphtalein-Lösung und
- die in Kammer Nr. 3 und Nr. 4 zusätzlich mit einer Spatelspitze rotem Blutlaugensalz versetzt ist.



Zu den Lösungen gibt man in jeweils eine Kammer nun je eine Spatelspitze

1. Pulver aus dem Erhitzerbeutel eines Heater-Meals (ca. 95% Mg und 5% Fe)
2. Magnesiumpulver
3. Pulver aus dem Erhitzerbeutel eines Heater-Meal (ca. 95% Mg und 5% Fe)
4. Eisenpulver

Man beobachtet für ca. 15 Minuten.

Beobachtungen und Deutungen (s. Abb. oben)

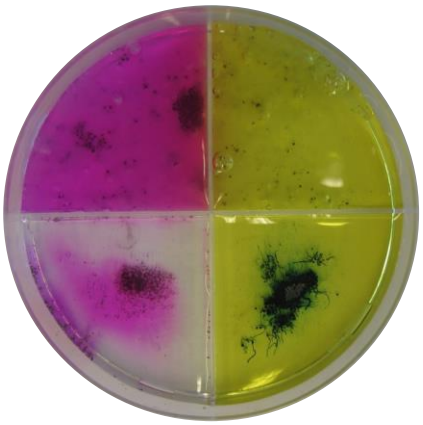


Direkt nach Zugabe der Feststoffe
Direkt nach der Zugabe erkennt man in Kammer Nr. 1 und Nr. 3 eine heftige Gasentwicklung (in V1 als Wasserstoff identifiziert). Das Gemisch aus dem Heater-Meal reagiert also auch mit kaltem Salzwasser heftig.
Die Pinkfärbung in Nr. 1 lässt darauf schließen, dass bei der Reaktion eine Lauge entsteht, die ausbleibende Blaufärbung hingegen deutet darauf, dass keine Eisen-Ionen entstehen.

Auch in Kammer Nr. 2 sind eine sehr schwache Pinkfärbung und eine sehr schwache Gasentwicklung zu erkennen. Magnesium reagiert also auch mit kaltem Salzwasser zu einer Lauge, jedoch nur in geringem Maße (Passivierung). Die heftige Reaktion in (1) bzw. (3) ist also auf die Bildung des Lokalelements zurückzuführen.



nach ca. 1 Minute …
bestätigen sich die ersten Beobachtungen. Zudem erkennt man in Kammer Nr. 4 den Beginn einer Blaufärbung, die darauf schließen lässt, dass hier Eisen-Ionen entstehen (Sauerstoffkorrosion).
In Kammer Nr. 3 ist weiterhin keine Blaufärbung zu erkennen.
Nach ca. 15 Minuten …
ist eine Vertiefung der Blaufärbung deutlich wahrnehmbar. Die Gasentwicklung lässt nach, aber immer noch erkennt man in Kammer Nr. 3 keine Blaufärbung.
An diesem Beispiel lassen sich sowohl die Begriffe Lokalelement als auch Opferanode erläutern.



Besonders gut lässt sich der Effekt der Lokalelementes auch zeigen, wenn man einen blank geschmirgelten Eisennagel mit Magnesiumband fest umwickelt in eine Kochsalzlösung mit Phenolphtalein legt.

Literatur zum Weiterlesen

- Böhm, Andreas; von Borstel, Gregor: Heater Meals – eine experimentelle Lernaufgabe zur Korrosion für die Sekundarstufe II, in: CHEMKON, Volume 21, Issue 2, pages 79–84, April 2014.
- von Borstel, G., Eusterholz, M. und Böhm, A., 2017b. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie, 157/2017 Gase als Unterrichtsthema in Sek. I und II, 17-22.